

ASSEMBLY OF CERAMIC ELEMENT AND ELECTRODE

Publication number: JP2001296269

Publication date: 2001-10-26

Inventor: FUJIMOTO HIROKI; YOSHIKAWA TAKAYA; NISHIO HISAHARU; HANAI SHUICHI; ITO MASAYA

Applicant: NGK SPARK PLUG CO

Classification:

- international: G01N27/409; G01N27/409; (IPC1-7): G01N27/409

- european:

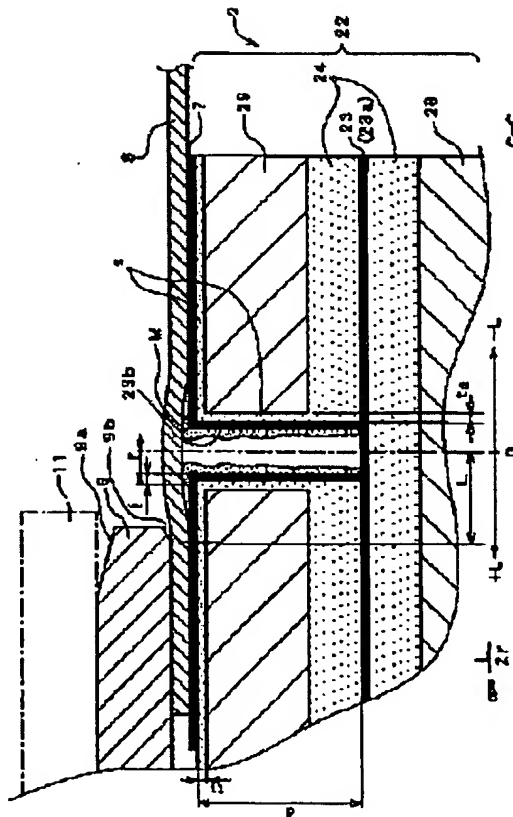
Application number: JP20000115639 20000417

Priority number(s): JP20000115639 20000417

Report a data error here

Abstract of JP2001296269

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an assembly structure of a ceramic element and an electrode, seldom causing a crack, a split or the like on the ceramic element, while applying the crimping force of a pressure contact member surely on a combination unit by placing the crimping position of the pressure contact member such as an insulating plate or the like in a prescribed relation, with respect to the combination unit including the ceramic element and a lead wire member. **SOLUTION:** Supposing that L is a proximity distance and that $2r$ is the inside diameter of a through-hole, the pressure contact member is placed on the position, where an index α defined as $\alpha = L/2r$ satisfies the relation $\alpha \geq 2$, thereby the crimping position of the pressure contact member relative to the combination unit 10 can be set not too far from the through-hole 23b. Then, the crimping force of the pressure contact member is applied surely on the combination unit 10, to prevent slip-out or dislocation of a lead wire member 8.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-296269

(P 2 0 0 1 - 2 9 6 2 6 9 A)

(43) 公開日 平成13年10月26日 (2001. 10. 26)

(51) Int. Cl. ⁷

G01N 27/409

識別記号

F I

G01N 27/58

データベース (参考)

B 2G004

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全11頁)

(21) 出願番号 特願2000-115639 (P 2000-115639)

(22) 出願日 平成12年4月17日 (2000. 4. 17)

(71) 出願人 000004547

日本特殊陶業株式会社

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号

(72) 発明者 藤本 広樹

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日

本特殊陶業株式会社内

(72) 発明者 吉川 孝哉

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日

本特殊陶業株式会社内

(74) 代理人 100095751

弁理士 菅原 正倫

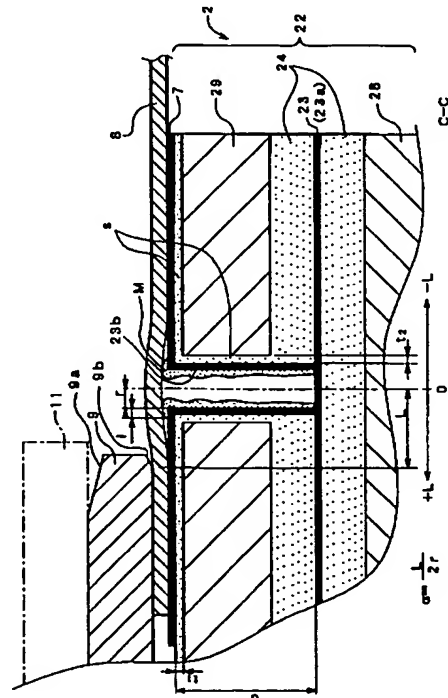
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 セラミック素子と電極の組立体

(57) 【要約】

【課題】 セラミック素子及び導線部材を含む結合ユニットに対して、絶縁板等の圧接部材の圧着位置を所定の位置関係に置くことにより、圧接部材の圧着力を確実に結合ユニットに作用させつつ、セラミック素子に亀裂、割れ等を生じにくいセラミック素子と電極の組立体構造を提供する。

【解決手段】 L を近接距離、 $2r$ をスルーホールの内径とし、 $\alpha = L / 2r$ で定義される指数 α が、 $\alpha \geq -2$ の関係を満足する位置に圧接部材を置くことにより、圧接部材の結合ユニット10に対する圧着位置をスルーホール23bから遠ざけすぎることなく設けられる。そこで、圧接部材の圧着力を確実に結合ユニット10に作用させて、導線部材8が抜けたりずれたりすることを防止できる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 自身が有する電気的な回路と、外面に露出して形成される電極端子部とを、電気的に接続するためのスルーホールが厚さ方向に設けられるセラミック素子と、

前記電極端子部を電気的に外部と接続するために、端部が該電極端子部に重ねられ、所定方向（以下、引き出し方向という）に引き出される導線部材と、

それらセラミック素子及び導線部材を含むユニット（以下、結合ユニットという）を外側から挟み付けるように導線部材の外面に接して、該導線部材を前記セラミック素子の電極端子部に機械的に圧着させた状態に維持する圧接部材とを備え、

前記圧接部材の前記導線部材に対する、前記引き出し方向側の接触端縁と、前記スルーホールの中心との前記引き出し方向における距離（以下、近接距離という）を L 、前記スルーホールの内径を $2r$ とし、また前記近接距離 L について、前記スルーホールの中心から見て前記引き出し方向側を負の向き、それとは反対方向側を正の向きとして、 $\alpha = L / 2r$ で定義される指数 α が、 $\alpha \geq -2$ の関係を満足することを特徴とするセラミック素子と電極の組立体。

【請求項 2】 前記指数 α が、 $\alpha \geq 0$ 、3 の関係を満足する請求項 1 記載のセラミック素子と電極の組立体。

【請求項 3】 前記電極端子部は、前記スルーホールの開口を包含する形態で前記セラミック素子の外面に層状に形成される一方、その層状の電極端子部の外面において、前記スルーホールの開口周縁部には当該開口の周方向に沿う絶縁セラミックの盛り上がり部が形成されている請求項 1 または 2 記載のセラミック素子と電極の組立体。

【請求項 4】 前記近接距離 L が、 $L \geq r$ の関係を満足する請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載のセラミック素子と電極の組立体。

【請求項 5】 前記絶縁セラミックの盛り上がり部の幅を i として、前記近接距離 L が、 $L \geq (r + i)$ の関係を満足する請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載のセラミック素子と電極の組立体。

【請求項 6】 前記圧接部材が、前記結合ユニットを外側から挟み付けるように導線部材の外面に接して、該導線部材を前記セラミック素子の電極端子部に機械的に圧着させた状態に維持するとともに、前記導線部材の外面と外部との直接の接触を防止する絶縁部材である請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載のセラミック素子と電極の組立体。

【請求項 7】 前記絶縁部材は、前記結合ユニットの一部を構成するとともに、当該絶縁部材を含む結合ユニットを外側から包囲するように、かつ前記セラミック素子の電極端子部と前記導線部材との圧着方向において、当該絶縁部材を含む結合ユニットに外側から締め

で嵌合され、その締めりばめ嵌合の緊束力を前記絶縁部材に及ぼすことによって前記導線部材を前記セラミック素子の電極端子部に機械的に圧着させた状態に維持するリング部材が設けられる請求項 6 記載のセラミック素子と電極の組立体。

【請求項 8】 前記絶縁部材は、前記リング部材の内面又は前記導線部材の外面のうちの少なくとも一方に形成された絶縁層である請求項 7 記載のセラミック素子と電極の組立体。

【請求項 9】 前記絶縁部材は、前記導線部材と前記リング部材との間に挟み込まれて、該リング部材の内面と該導線部材の外面との直接の接触を防止する絶縁板である請求項 7 記載のセラミック素子と電極の組立体。

【請求項 10】 前記絶縁板の外面における前記引き出し方向側の平坦部端縁と、前記リング部材の内面における前記引き出し方向側の平坦部端縁が、前記引き出し方向において一致するか、又は前者よりも後者の方が前記引き出し方向側に寄っている請求項 9 記載のセラミック素子と電極の組立体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えば酸素センサ等に用いるセラミックセンサ素子、セラミックヒータ素子、セラミックグロブプラグ、その他セラミックを応用した電子機器において、セラミック素子と電極の組立体に関し、特にセラミック素子と電極の接合部の改良技術に関する。

【0002】

【従来の技術】 例えば、車両排気ガスの酸素濃度を検出する酸素センサにおいて、酸素センサのセラミック素子と導線部材とを電気的に接続する手段が、特開平 10-253568 号、特開平 10-253579 号等々に示されている。

【0003】 酸素センサのセラミック素子（センサ素子）は、内部に通電路を有してその電極端子部が外面に露出して形成される。この電極端子部に短冊板状の導線（リード線）が重ねられ、かつ絶縁板を介して環状のリング金具が圧入されることにより、導線はリング金具とは電気的に絶縁された状態で、セラミック素子の電極端子部に圧着されて電気的に接続される。そして、このような組立体（アセンブリ）に、ハウジング、リード線等が組み付けられて酸素センサとなる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 このように、リング金具は、セラミック素子及び導線を含む結合ユニットに対して、例えば圧入、焼嵌め、冷嵌め等の方法により締めりばめ嵌合される。一方、セラミック素子には、内部の通電路と外面に露出して形成される電極端子部とを電気的に接続するためのスルーホールが厚さ方向（即ち、導線の圧着方向）に設けられており、このスルーホールを

含む積層形態の素子組立体を一体焼成してセラミック素子が作製される。

【0005】セラミック素子にはこのようなスルーホールが存在するために、セラミック素子の焼成時の熱収縮やセラミック素子本体層とスルーホール及び電極端子部のメタライズ層（Pt等の高融点金属膜を焼き付けて構成されることが多い）との熱膨張率の差異等によって、スルーホール近傍には高い残留応力が発生しており、場合によってはクラックや空隙を生じることがある。さらに、セラミック素子及び導線を含む結合ユニットに対してリング金具が圧入されると、セラミック素子には締め付けに伴う圧縮応力が付加される。導線の圧着方向とその軸心方向を同じくするスルーホールの周辺にも、前述の残留応力に新たな圧縮応力の影響が加わり、メタライズ層、セラミック素子本体層等に亀裂、割れ等が生じやすくなる。

【0006】また、スルーホール及び電極端子部のメタライズ層とセラミック素子本体層との間にはアルミナ等を主体とするセラミックペーストが注入され絶縁セラミック層を形成するが、このセラミックペーストがメタライズ層からはみ出してしまふことがある。そして、はみ出したセラミックペーストが、電極端子部の外面において、スルーホールの開口周縁部に、開口の周方向に沿う絶縁セラミックの盛り上がり部を形成する場合がある。この絶縁セラミックの盛り上がり部は、スルーホール開口周縁部への応力集中を助長し、セラミック素子の割れを生じやすくする。さらに、焼成によりこの絶縁セラミックの盛り上がり部が残存すると、ここに重ね合わせられる導線にも圧接部材の圧着力が作用して、導線の断線等を生じる恐れもある。しかし、一方で、この絶縁セラミックの盛り上がり部を削り取る工程を追加することは製造コストの面から好ましくない。

【0007】本発明の課題は、セラミック素子及び導線部材を含む結合ユニットに対して、絶縁板等の圧接部材の圧着位置を所定の位置関係に置くことにより、圧接部材の圧着力を確実に結合ユニットに作用させつつ、セラミック素子に亀裂、割れ等を生じにくいセラミック素子と電極の組立体構造を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段及び作用・効果】上記課題を解決するために、本発明のセラミック素子と電極の組立体は、自身が有する電気的な回路と、外面に露出して形成される電極端子部とを、電気的に接続するためのスルーホールが厚さ方向に設けられるセラミック素子と、前記電極端子部を電気的に外部と接続するために、端部が該電極端子部に重ねられ、所定方向（以下、引き出し方向という）に引き出される導線部材と、それらセラミック素子及び導線部材を含むユニット（以下、結合ユニットという）を外側から挟み付けるように導線部材の外面に接して、該導線部材を前記セラミック素子の電極端

子部に機械的に圧着させた状態に維持する圧接部材とを備え、前記圧接部材の前記導線部材に対する、前記引き出し方向側の接触端縁と、前記スルーホールの中心との前記引き出し方向における距離（以下、近接距離という）を L 、前記スルーホールの内径を $2r$ とし、また前記近接距離 L について、前記スルーホールの中心から見て前記引き出し方向側を負の向き、それとは反対方向側を正の向きとして、 $\alpha = L / 2r$ で定義される指数 α が、 $\alpha \geq -2$ の関係を満足することを特徴とする。

10 【0009】上記本発明によれば、 $\alpha = L / 2r$ で定義される指数 α が、 $\alpha \geq -2$ の関係を満足する位置に圧接部材を置くことにより、圧接部材の結合ユニットに対する圧着位置をスルーホールから遠ざけすぎることなく設けられる。そこで、圧接部材の圧着力を確実に結合ユニットに作用させて、導線部材が抜けたりずれたりすることを防止できる。

【0010】さらに望ましくは、本発明の指数 α が、 $\alpha \geq 0$ 、3の関係を満足する位置に圧接部材を置くことにより、圧接部材の結合ユニットに対する圧着位置をスルーホールに近づけすぎることなく設けられる。したがって、スルーホール周辺部での応力集中を避けてセラミック素子の亀裂、割れ等を生じにくくし、スルーホール及び電極端子部のメタライズ層の断線や圧接部材の圧着力の低下等も防止できる。

【0011】さらに本発明の電極端子部は、スルーホールの開口を包含する形態でセラミック素子の外面に層状に形成される一方、その層状の電極端子部の外面において、スルーホールの開口周縁部には当該開口の周方向に沿う絶縁セラミックの盛り上がり部が形成される場合がある。この絶縁セラミックの盛り上がり部は、スルーホール開口周縁部への応力集中を助長し、セラミック素子の割れを生じる恐れがある。しかし、前述の通り指数 α が既述の関係式を満足する位置に圧接部材を置くことにより、圧接部材の圧着力を確実に結合ユニットに作用させつつ、セラミック素子に亀裂、割れ等を生じにくくしている。

【0012】さらに本発明は、近接距離 L が、 $L \geq r$ の関係を満足する位置に圧接部材を置くことができる。これにより、最も応力集中が発生しやすいスルーホールを避けて、圧接部材の結合ユニットに対する圧着位置を設定でき、セラミック素子の亀裂、割れ等が生じにくくなる。

【0013】さらに本発明は、近接距離 L が、 $L \geq (r + i)$ の関係を満足する位置に圧接部材を置くことができる。これにより、スルーホールと絶縁セラミックの盛り上がり部とを回避して、圧接部材の結合ユニットに対する圧着位置を設定できる。したがって、絶縁セラミックの盛り上がり部に重ね合わせられる導線部材には圧接部材の圧着力が直接的に作用せず、導線部材の断線等を防止できる。

【0014】さらに本発明の圧接部材は、結合ユニットを外側から挟み付けるように導線部材の外面に接して、導線部材をセラミック素子の電極端子部に機械的に圧着させた状態に維持するとともに、導線部材の外表面と外部との直接の接触を防止する絶縁部材であってよい。圧着作用と絶縁作用を有する絶縁部材を利用してコンパクトな構成とすることができる。

【0015】さらに本発明の圧接部材である絶縁部材は、結合ユニットの一部を構成するとともに、この絶縁部材を含む結合ユニットを外側から包囲するように、かつセラミック素子の電極端子部と導線部材との圧着方向において、この絶縁部材を含む結合ユニットに外側から締めりばめで嵌合され、その締めりばめ嵌合の緊束力を絶縁部材に及ぼすことによって導線部材をセラミック素子の電極端子部に機械的に圧着させた状態に維持するリング部材が設けられる。絶縁部材は、導線部材の外表面とリング部材との接触を確実に防止でき、またリング部材の緊束力を受けて導線部材をセラミック素子の電極端子部に確実に圧着させた状態に維持できる。

【0016】さらに本発明の圧接部材である絶縁部材は、リング部材の内面又は導線部材の外表面のうちの少なくとも一方に形成された絶縁層で構成したり、また、導線部材とリング部材との間に挟み込まれて、リング部材の内面と導線部材の外表面との直接の接触を防止する絶縁板で構成したりできる。セラミック素子（セラミック応用電子機器）の構造や使用態様等により絶縁部材の形態を選択でき、本発明を広範囲に適用できる。

【0017】さらに本発明は、絶縁板の外表面における引き出し方向側の平坦部端縁と、リング部材の内面における引き出し方向側の平坦部端縁が、引き出し方向において一致するか、又は前者よりも後者の方が引き出し方向側に寄っている。リング部材の緊束力を絶縁板に確実に作用させ、導線部材をセラミック素子の電極端子部に確実に圧着させた状態に維持できるので、導線部材が抜けたりずれたりすることを防止できる。

【0018】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態を、図面に示す実施例を参照して説明する。図1には、この発明の一実施例である車両排気ガスの酸素濃度を検出する酸素センサ1が示されている。この酸素センサ1はいわゆる濃淡電池式のもので、小型化されたセラミック素子2を備え、その先端側が排気管内を流れる高温の排気ガスに晒される。

【0019】セラミック素子2は、筒状の主体金具3内にガラスシール4（あるいはセメント）や、外筒金具5等によって固定されるもので、セラミック素子2の先端側が、排気管に固定される主体金具3の先端より突出した状態で固定されている。主体金具3の先端外周には、セラミック素子2の突出部分を覆う金属製のプロテクトカバー6が抵抗溶接等によって固着されている。この力

バー6は、キャップ状を呈するもので、その先端や周囲に、排気管内を流れる高温の排気ガスをカバー6内に導く開口6aが形成されている。

【0020】セラミック素子2は方形断面を有する長手のもので、基準電極26に連通して接する大気と、検出電極25と接触する排気ガスとの間の酸素濃度差に基づいて発生する電圧を取り出すための2極の電極端子部7と、それらの電極26、25間を加熱して検出可能状態とするヒータ回路に通電するための2極の電極端子部（上記7の裏側にある）との、都合4極の電極端子部を備える。つまり、セラミック素子2の一端部の、互に対向する一方の外表面に2極の電極端子部7が、また他方（反対側）の外表面に2極の電極端子部7が、それぞれよく知られた白金ペースト等によるパターン形成及び焼成等により平面的な形態で外表面に露出して形成されている。

【0021】セラミック素子2の各電極端子部7（4極を総称する）には、導線部材としてそれぞれ裸の導線（長手状金属薄板）8が電気的に接続され、それらの導線8はさらにコネクタ部13を介して、樹脂被覆されたリード線14に電気的に接続されている。都合4本のリード線14はグロメット15を貫通して外部に延び、それらの先端にコネクタプラグ16が連結され、各リード線14の外部に延びる部分には、これらを収束して保護する保護チューブ17が被せられている。主体金具3の端部からグロメット15にかけては、外側から外筒金具18で被われ、外筒金具18は主体金具3及びプロテクトカバー6と共に酸素センサ1のハウジングを構成し、主体金具3とグロメット15とに跨って固定されている。

【0022】このような酸素センサ1は主体金具3のネジ部3aにおいて、図示しない車両の排気管にシール部材3bを介して気密に固定され、またコネクタプラグ16が図示しないコントローラに接続されて使用に供される。酸素センサ1は、上述したように小型化されたものであるため、排気熱を受けて酸素センサ1の全体が高温になり、セラミック素子2の電極端子部A付近の使用最高温度も高くなる。電極端子部Aはこの高温に耐え得るものであり、そのA部分を図2ないし図4に基づいて説明するが、これらの図はアッセンブリ状態のものである。

【0023】図2ないし図4に示すように、前述のセラミック素子2は、例えばジルコニア等のセラミックからなる矩形柱状を呈するもので、その端部の両面に平面形態の電極端子部7（図4参照）が2個ずつ外表面に露出して形成されている。各電極端子部7には、例えばインコネル（インコ社の商品名）、ステンレス等の金属からなる帯状の導線8（リードフレームともいえる）が重ねられ、さらにその外側に絶縁部材として2枚のセラミック製の絶縁板9が配置されている。各絶縁板9はそれぞれ

2本の導線8をセラミック素子2との間に挟む。そしてセラミック素子2とその両面に配置された各導線8及び絶縁板9の集合物が結合ユニット10とされる(図2等参照)。

【0024】これら結合ユニット10の外側に、金属製のリング部材として、矩形筒状のリング金具11が、締めりばめにより嵌合されている(図3参照)。その締めりばめ嵌合の緊束力が両側の絶縁板9を介して各導線8に作用し、各導線8がセラミック素子2の電極端子部7に機械的にほぼ面接触状態で圧着され、これらの集合である前記結合ユニット10はリング金具11により強固に一体化されている。このリング金具11は、鉄基超耐熱合金(例えばインコロイ909(インコ社の商品名))の時効硬化品、Ni基超耐熱合金(例えばワスバロイ(ユナイテッドテクノロジー社の商品名))の時効硬化品、あるいは非時効硬化型のNi基耐熱合金(インコネル625(インコ社の商品名))の加工硬化品等、耐熱性に優れた一定以上の硬度をもつ金属からなるものが望ましい。

【0025】図4に示すように、リング金具11の矩形内面の4つの角部は、緊束状態における応力集中を防止するために円弧状その他の曲面状の凹形態にえぐられている。さらに具体的には、リング金具11の4つの角部の外面には、ほぼ90度の角を45度前後に切り落とした形態の斜面11b(面取り部)が形成されている。一方、4つの角部の内面には、アール部R(円弧状面)が形成されている。なお、リング金具11は、挟圧面11aに平行な方向の外形幅をW、挟圧面11aと直交する方向(圧着方向)の外形奥行きをD、軸方向の外形高さをHでそれぞれ表してある。

【0026】リング金具11を上記の結合ユニット10に締めりばめ嵌合するためには、例えば圧入、焼嵌め、冷嵌め等の手法がある。上記締めりばめ嵌合の前提として、図5に示すように、嵌合前のリング金具11は、結合ユニット10の結合寸法a(セラミック素子2の厚さ+両側の導線8の厚さ+2枚の絶縁板9の厚さ)より小さい保持寸法b(相対向する挟圧面11a間距離)を有し、この保持寸法bの内面間において、結合ユニット10に締めりばめで嵌合され(例えば圧入等)、それにより絶縁板9を介して導線8がセラミック素子2の電極端子部7に機械的に強く押し付けられ、圧着されている。なお、結合寸法aと保持寸法bの差が締め代(a-b)となる。

【0027】次に、以上のような酸素センサ1の製造方法について、図5に基づき、セラミック素子2、導線8及び絶縁板9(以上が結合ユニット10)とリング金具11との組付工程を中心に説明する。以下の例では、前者の結合ユニット10に後者のリング金具11が圧入により組み付けられる。

【0028】なお、望ましくは、リング金具11の圧入

開始端側に、外側に向かって広がるテーパ状内面11c(テーパ角は例えば5度から30度程度)が形成されるとともに、各絶縁板9の圧入開始端側にも上記テーパ状内面11cに対応する傾斜外面9aがそれぞれ形成される。

【0029】まず、セラミック素子2、4本の導線8、2枚の絶縁板9よりなる結合ユニット10を、治具12a、12bで仮止めする。すなわち、セラミック素子2の両側の電極端子部7にそれぞれ帯状の導線8が重ね合わされ、さらにその外側に絶縁板9が配置されて、これらの結合ユニット10が治具12aで両側からサンドイッチ状に挟まれて一時的に保持される。また、これらの結合ユニット10が治具12aの下側に位置する治具12bで支持される。

【0030】この状態で、リング金具11が図示しないプッシャ等により圧入される。なお、リング金具11が図示しない固定用治具で保持され、これに治具12a、12bが接近して圧入を実施してもよい。いずれにしても、圧入に先立ち、リング金具11の圧入開始端部及び圧入面に滑剤(例えばステアリン酸のエマルジョン等)が塗られることが望ましい。そして、リング金具11が自身の中心線方向において結合ユニット10に相対的に接近し、その外側に圧入される。この圧入の開始時には、リング金具11のテーパ状内面11cが各絶縁板9の傾斜外面9aに圧接しつつ滑りを生じて圧入が進行する。

【0031】圧入の後半では、図5の下段に示すように、上側の治具12aが開いて結合ユニット10から離間する。その後、リング金具11が治具12bに当たるまで、またはその付近まで入り込み、圧入が完了する。

【0032】このような圧入後のアセンブリ(結合ユニット10+リング金具11)は、例えば350℃程度に加熱される工程により、滑剤が分解して除去され、滑機能がなくなる。これによりリング金具11による高い緊束力で、両側の絶縁板9を介して各導線8がセラミック素子2の各電極端子部7に圧着した状態に維持される。

【0033】以上のようにして得られたアセンブリの各導線8には、図1に示すようにコネクタ部13を介して、リード線14が接続され、各リード線14はグロメット15に保持される。また、セラミック素子2が主体金具3内に挿入され、ガラスシール4等によりその主体金具3の中心部に固定される。その後又はこれに先立ち、プロテクトカバー6や外筒金具5が主体金具3に溶接され、さらに外筒金具5が外側からグロメット15等を締付けするようにカシメ加工される。概略的には、以上のようにして酸素センサ1が製造される。

【0034】図6の分解斜視図に示すように、セラミック素子2は方形の軸断面を有する横長柱状(図1ないし図4においては縦長柱状で表される)を呈し、それぞ

れ横長板状に形成された酸素濃淡電池素子20と、この酸素濃淡電池素子20を所定の活性化温度に加熱するセラミックヒータ22とにより構成されている。

【0035】酸素濃淡電池素子20はジルコニア系固体電解質により構成された素子本体層21を有する。酸素濃淡電池素子20において多孔質電極25、26(26は基準電極、25は検出電極)には、素子本体層21の長手方向に沿って酸素センサ1の取付基端側に向けて延びる電極リード部25a、26aがそれぞれ一体化されている。このうち、ヒータ22と対向しない側の電極25からの電極リード部25aは、その末端が電極端子部7として使用される。一方、ヒータ22に対向する側の電極26の電極リード部26aは、図7(b)に示すように、素子本体層21を厚さ方向に横切るスルーホール26bにより素子本体層21の外表面に形成された電極端子部7と接続されている。各電極25、26は、Pt又はPt合金等のペーストを用いてスクリーン印刷等によりパターン形成し、これを焼成することにより得られる多孔質電極である。

【0036】一方、セラミックヒータ(以下、単にヒータともいう)22は、Pt等の高融点金属あるいは導電性セラミックで構成された抵抗発熱体パターン23をセラミック基体中に埋設した構成を有する。具体的には、ヒータ22は、絶縁性セラミックとしてのアルミナを主体とするアルミナ系多孔質セラミックにより、ヒータ22の板厚方向中間位置に形成された第一絶縁層24と、その第一絶縁層24中に埋設される形でセラミックヒータ22の板面方向に沿って形成される抵抗発熱体パターン23と、第一絶縁層24を厚さ方向両側から挟む形で形成されるとともに、それぞれジルコニアを主成分とする酸素イオン伝導性固体電解質で構成された第一ヒータ本体層28及び第二ヒータ本体層29とを備えている。また、ヒータ22は、第一ヒータ本体層28側において、アルミナ系多孔質セラミックにより構成される第二絶縁層27を介して、酸素濃淡電池素子20の多孔質電極26側に接合されている。なお、多孔質セラミックからなる第一絶縁層24及び第二絶縁層27は、素子製造の焼成・冷却時に発生する絶縁層と各ジルコニア系固体電解質層との間の熱収縮差を吸収する緩衝層としても機能する。また、抵抗発熱体パターン23に通電するためのリード部23a、23aが、図7(b)に示すように、第一絶縁層24の長手方向に沿って酸素センサ1の取付基端側に向けて延びている。リード部23a、23aは、その末端部において、第一絶縁層24及び第二ヒータ本体層29をそれぞれ厚さ方向に横切るスルーホール23b、23bにより、第二ヒータ本体層29の外表面に形成された電極端子部7、7と接続されている。

【0037】図5で製造されたアセンブリの詳細構成を、特にセラミックヒータ22を厚さ方向に横切るスルーホール23b周辺部を中心に、図7及び図8に示す。

リング金具11は、図6の如く積層された結合ユニット10の結合寸法a(セラミック素子2の厚さ+両側の導線8の厚さ+2枚の絶縁板9の厚さ)より小さい保持寸法b(相対向する挟圧面11a間距離)を有する。そこで、リング金具11は、この保持寸法bを形成する挟圧面11a間において、結合ユニット10に締めまりばめで嵌合され(例えば圧入等)、その締めまりばめ嵌合の緊束力は絶縁板9に及ぼされる。絶縁板9は、セラミック素子2に導線8を外側から挟み付けるように導線8の外面に接し、導線8をセラミック素子2の電極端子部7に機械的に強く押し付けて、圧着させた状態に維持している。したがって、導線8の外表面とリング金具11の内面との直接の接触を防止する絶縁板9は、結合ユニット10の一部を構成するとともに、本発明で言う圧接部材でもある。

【0038】図8に表されたスルーホール23bは、セラミックヒータ22の第一絶縁層24及び第二ヒータ本体層29をそれぞれ厚さ方向に横切り、内径2r、深さdを有している。スルーホール23bの内面及び電極端子部7は、Pt等の高融点金属膜を焼き付けたメタライズ層で構成され、第一絶縁層24の内部で、抵抗発熱体パターン23に通電するためのリード部23aに電気的に接続されている。このメタライズ層と、ジルコニアを主成分とする酸素イオン伝導性固体電解質で構成された第二ヒータ本体層29との間に、絶縁セラミック層Sが形成される。具体的には、絶縁セラミック層Sは、第二ヒータ本体層29と電極端子部7のメタライズ層との隙間t1の間、及び第二ヒータ本体層29とスルーホール23b内面のメタライズ層との隙間t2の間に、それぞれ絶縁性セラミックとしてのアルミナ等を主体とするセラミックペーストが注入されて形成される。その結果、絶縁セラミック層Sは、同じくアルミナを主体とするアルミナ系多孔質セラミックにより形成された第一絶縁層24から連続して延びる形態で設けられている。

【0039】図8において、絶縁板9(圧接部材)の導線引き出し方向側の先端部内面には傾斜内面9bが設けられる。したがって、絶縁板9の導線8に対する引き出し方向側の接触端縁は、絶縁板9の端面位置よりも傾斜内面9bの分だけ引き出し方向側とは反対方向側へ後退している。そして、絶縁板9の導線8に対する引き出し方向側の接触端縁と、スルーホール23bの中心との距離を近接距離Lと呼ぶ。近接距離Lは、スルーホール23bの中心から見て導線8の引き出し方向側を負の向き、それとは反対方向側を正の向きとし、指数 $\alpha = L/2r$ と定義する。ただし、2rはスルーホールの内径である。

【0040】指数 α が、 $\alpha \geq -2$ の関係(すなわち、 $L \geq -4r$)を満足する位置に絶縁板9(圧接部材)を置くと、絶縁板9の導線8に対する圧着位置はスルーホール23bから遠ざかりすぎることなく設定される。よっ

て、絶縁板9の圧着力が確実に導線8に作用し、導線8の抜けやずれが少なくなる。また、指数 α が、 $\alpha \geq 0.3$ の関係（すなわち、 $L \geq 0.6r$ ）を満足する位置に絶縁板9を置くと、絶縁板9の導線8に対する圧着位置はスルーホール23bに近づきすぎることなく設定される。したがって、さらにスルーホール23b周辺部の応力集中が避けられセラミック素子の亀裂、割れ等が生じにくくなり、スルーホール23b及び電極端子部7のメタライズ層の断線や絶縁板9の圧着力の低下等も少なくなる。なお、指数 α が極端に大きくなると酸素センサ1の全長が非常に大きくなるので、センサ1の許容される長さによって制限されることになる。

【0041】また、前述の絶縁セラミック層Sを形成するセラミックペーストがメタライズ層からはみ出し、電極端子部7の外面上において、スルーホール23bの開口周縁部に、開口の周方向に沿う絶縁セラミックの盛り上がり部Mを幅*i*にわたって形成する場合がある。この盛り上がり部Mは、スルーホール23b開口周縁部への応力集中を助長し、セラミック素子の割れを生じやすくする。さらに、焼成によりこの盛り上がり部Mが残存すると、ここに重ね合わせられる導線8にも絶縁板9の圧着力が作用して、導線8の断線等を生じる恐れもある。しかし、一方で、この絶縁セラミックの盛り上がり部Mを削り取る工程を追加することは製造コストの面から好ましくない。しかし、前述の通り指数 α が既述の関係式を満足する位置に絶縁板9を置くと、絶縁板9の圧着力を確実に導線8に作用させつつ、セラミック素子2に亀裂、割れ等を生じにくくする。

【0042】ここで、再び近接距離*L*に着目する。近接距離*L*が、 $L \geq r$ の関係（すなわち、 $\alpha \geq 0.5$ ）を満足するときは、絶縁板9の導線8に対する圧着位置が、最も応力集中が発生しやすいスルーホール23bを避けて設定できる。よって、セラミック素子2の亀裂、割れ等が生じにくい。さらに、近接距離*L*が、 $L \geq (r + i)$ の関係を満足するときは、絶縁板9の導線8に対する圧着位置が、スルーホール23bと絶縁セラミックの盛り上がり部Mの両者を回避して設定できる。したがって、絶縁セラミックの盛り上がり部Mに重ね合わせられる導線8には絶縁板9の圧着力が直接的に作用せず、導線8の断線等が起こりにくい。

【0043】図8に示す通り、絶縁板9の導線引き出し方向側の先端部外面には傾斜外面9aが設けられる。したがって、絶縁板9の外面上における引き出し方向側の平坦部端縁は、絶縁板9の端面位置よりも傾斜外面9aの分だけ引き出し方向側とは反対方向側へ後退している。そして、絶縁板9の外面上における引き出し方向側の平坦部端縁よりも、リング部材11の内面上における引き出し方向側の平坦部端縁の方が、導線8の引き出し方向側に寄せてある。リング部材11の緊束力が絶縁板9に確実に作用して、導線8がセラミック素子2の電極端子部7

に確実に圧着させた状態に維持され、導線8の抜けやずれが起こりにくい。なお、リング部材11の圧入方向が逆になると、絶縁板9の傾斜外面9aに代えて、リング部材11の導線引き出し方向側の先端部内面にテーパ状内面11cが設けられる場合がある。

【0044】なお、図8では、図7に表されたセラミックヒータ22側のスルーホール23b、23bのうちの一方についてのみ説明したが、他方のスルーホールについても同様である。また、酸素濃淡電池素子20側のスルーホール26bについても同様に実施できる。セラミック素子2は、断面形状の例を示したが、断面円形状等任意の形状が適用できる。絶縁部材として、絶縁板9を用いた例について説明したが、リング金具11の内面又は導線8の外面上のうちの少なくとも一方に形成された絶縁層等の変更が可能である。圧接部材について、セラミック素子2の両側に配置した導線8を、両側から絶縁板9で圧着させる例について説明したが、片側のみであっても差し支えない。圧着力を絶縁板9に及ぼす部材は、リング金具11以外のものでも良い。

【0045】【実施例】本発明の具体的な実施例について説明する。セラミック素子2は、部分安定化ジルコニア製で、幅3mm、長さ40mm、厚さ約2mm（Ptメタライズ電極端子部7の厚さを含む）のものを使用した。導線8は、Ni製で、幅1mm、厚さ0.25mmのものを使用した。絶縁板9は、矩形板状のアルミナ製で、幅3mm、厚さによって締め代を調節した。リング金具11は、インコロイ909製で、外形寸法が横W=8mm、縦D=6mm、高さH=2.5mmのものを使用した。なお、インコロイ909（インコ社商品名）は、Fe、Ni、Crを含む耐熱鋼である。

【0046】これらを図6に示す形態で、圧入によって結合ユニット10にリング金具11を組み付けた。スルーホール内径2rを一定とし、近接距離*L*を変えて指数 α を変化させ、電極抜け荷重と素子割れ有無について、評価試験を行った。電極抜け荷重は、セラミック素子2を固定した状態で、導線8に引張力を与え、導線8が抜ける荷重を測定した。電極抜け荷重が9.8N未満では、製造工程で導線8がずれたり、抜けたりする不具合が生じる可能性がある。そこで、電極抜け荷重が9.8N以上では○、9.8N未満では×とした（表1各欄の左側）。素子割れ有無は、レッドチェック液に浸した後、拡大鏡にて目視観察した。素子割れは、Ptメタライズ電極端子部7の断線や保持力の低下等、センサ機能に不具合をもたらす。そこで、素子割れが確認されなければ○、確認されれば×とした（表1各欄の右側）。なお、分解後の結合ユニット10の結合寸法*a*1と、分解後のリング金具11の保持寸法*b*1を測定し、分解後締め代 δ を求めた（ $\delta = a1 - b1$ ）。以上の結果を表1に示す。

【0047】

【表 1】

比較例	近接距離 L [mm]	スルーホール内径 2r [mm]	指数 $\alpha = L/2r$	評価試験結果 *									
				(0.01~0.05)	(0.05~0.1)	(0.1~0.18)	(0.18~0.2)	(0.2~0.22)	(0.22~0.25)	(0.25~0.3)			
実施例 1	-2	0.3	-8.7	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	-1	0.3	-3.3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	-0.5	0.3	-1.7	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
実施例 2	0	0.3	-0.3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	0.1	0.3	0.3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	0.5	0.3	1.7	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	1	0.3	3.3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	2	0.3	6.7	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	3	0.3	10.0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	5	0.3	16.7	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
実施例 3	10	0.3	33.3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

*評価試験結果は、左側に電極抜け荷重の判定結果、右側に素子割れ有無の判定結果をそれぞれ○×で示す。
なお、括弧内は、分解後締め代 δ [mm]を示す。

【0048】表1の比較例で示すように、 $\alpha < -2$ の場合、分解後締め代 δ が0.01~0.3mmの範囲で、素子割れが発生した。次に、実施例1で示すように、 $\alpha \geq -2$ の場合、分解後締め代 δ が0.01~0.2mmの範囲で、電極抜け荷重9.8N以上を満足し、素子割れの無い良好な結果が得られた。さらに、実施例2で示すように、 $\alpha \geq 0.3$ の場合、分解後締め代 δ が0.01~0.3mmの範囲で、電極抜け荷重9.8N以上を満足し、素子割れの無い良好な結果が得られた。 $\alpha \geq 0.3$ の場合、分解後締め代 δ の許容範囲を広げること

ができ、量産性に優れたものとなる。なお、分解後締め代 δ は0.01~0.3mmの範囲が望ましい。 δ が0.01mm未満では、導線8がずれたり、抜けたりする場合がある。一方、 δ が0.3mmを超えると、素子割れの発生する場合がある。

【0049】なお、ここで比較例とは、一般的な例と特に望ましい例とを区別するための名称であり、従来例あるいは発明外であることを表明するものではない。言い換えれば、実施例なる表現は好適例といった意味である。

【0050】本発明に係るセラミック素子と電極の組立体が適用可能なセラミック応用電子機器としては、以上で説明したセラミックヒータ素子のほかに、酸素センサをはじめとする各種ガスセンサに使用されるセラミックセンサ素子、さらにはセラミックグローブラグ等種々のものがある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例である酸素センサの縦断面図。

20 【図2】図1における接合部Aに用いられるアッセンブリ（セラミック素子、導線、絶縁板及びリング金具の一体品）の斜視断面図。

【図3】図2の斜視図。

【図4】図3の分解斜視図。

【図5】図1の酸素センサの製造方法において、特に図2、図3のアッセンブリの製造工程を示す工程図。

【図6】結合ユニットの構造を示す説明図。

【図7】アッセンブリの平面図及び軸断面図。

30 【図8】図7のアッセンブリのC-C矢視一部省略縦断面図。

【符号の説明】

2 セラミック素子

7 電極端子部

8 導線（導線部材）

9 絶縁板（圧接部材）

10 結合ユニット

11 リング金具（リング部材）

20 酸素濃淡電池素子

21 素子本体層

40 22 セラミックヒータ

23 抵抗発熱体パターン

23b スルーホール

24 第一絶縁層

25 多孔質電極（検出電極）

26 多孔質電極（基準電極）

26b スルーホール

27 第二絶縁層

28 第一ヒータ本体層

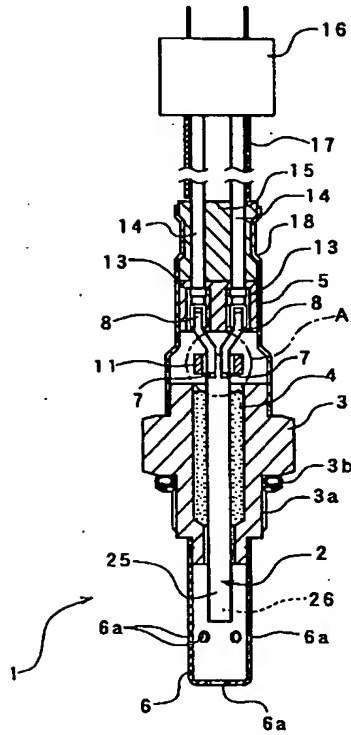
29 第二ヒータ本体層

50 L 近接距離

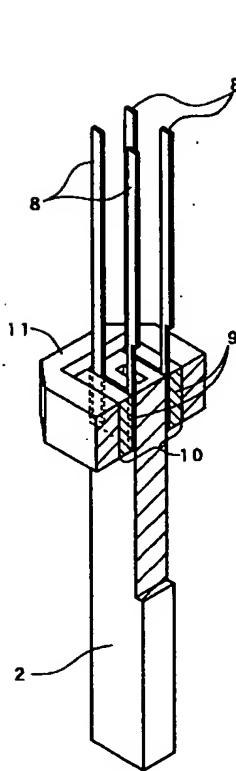
15
M 絶縁セラミックの盛り上がり部
S 絶縁セラミック層

16
i 絶縁セラミックの盛り上がり部の幅
2 r スルーホールの内径

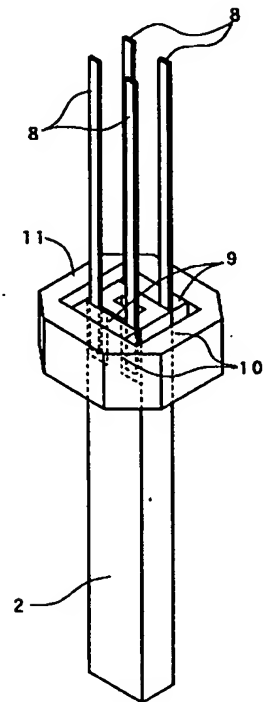
【図 1】



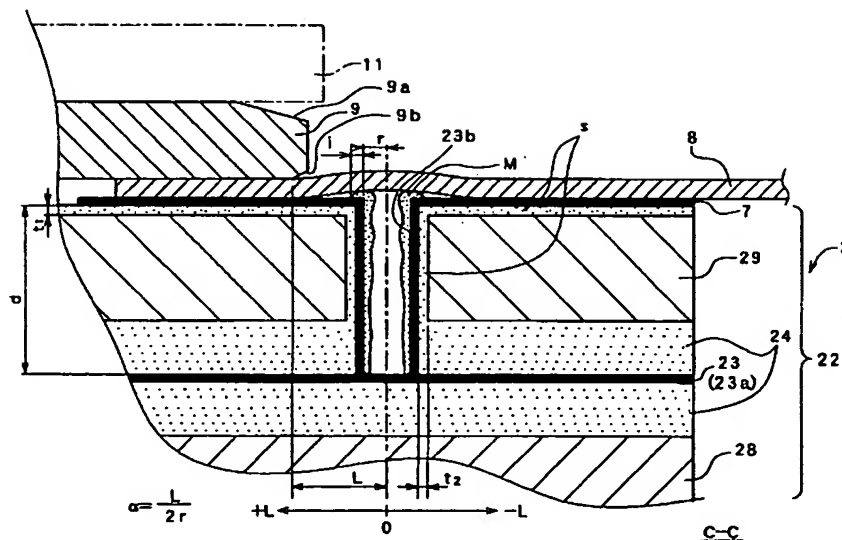
【図 2】



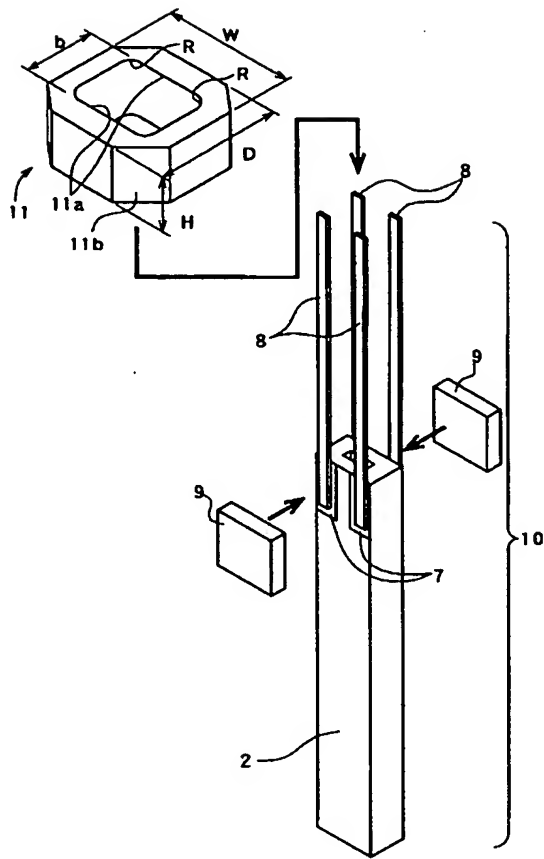
【図 3】



【図 8】



【図 4】



【図 5】

